DIE NATURWISSENSCHAFTEN

17. Jahrgang 12. April 1929 Heft 15

Tatsachen, Legenden und Theorien über den „Duck"-Menschen von Rhodesia.

Von FRANZ WEIDENREICH, Frankfurt a. M.

Am 17. Juni 1921 wurde in einer der Blei- und Zinkminen von Broken Hill in Nord-Rhodesia durch einen Minenarbeiter ein isolierter Schädel ohne Unterkiefer freigelegt, der seines absonderlichen Aussehens wegen die Aufmerksamkeit des Vorarbeiters und der Mineningenieure erregte und so dem Schicksal entging, wie andere schon früher beim Abbau der Mine gefundene und mehr oder weniger von Blei- und Zinksalzen imprägnierte Knochen in den Schmelzofen zu wandern.

HRDLIČKA[1], der sich um die nachträgliche Feststellung der Fundumstände bemühte und 4 Jahre später die Mine besuchte, entwirft von dem Ort und der Art der Auffindung des Schädels folgendes Bild: Auf den Erzreichtum der Gegend von Broken Hill war man schon in den 90er Jahren durch alte primitive Eingeborene-Schmelzen, in denen vor allem Eisen gegraben und verarbeitet wurde, aufmerksam geworden. Die von einer Minengesellschaft ausgebeuteten Minen liegen etwa 1300 m über dem Meere auf einem spärlich bewaldeten Plateau, auf dem sich ursprünglich 2 „Kopje" erhoben haben. Die eine dieser beiden „Kopje", eben der Broken Hill, die etwa 16 m hoch und 80 m lang war, ist heute völlig abgebaut. Sie bestand aus hartem, dolomitischem, mit Blei, Zink und Vanadium durchsetztem Kalk und war von zahlreichen Spalten und Höhlen, die sekundär wieder ausgefüllt waren, durchzogen. Eine dieser Höhlen, die sog. Knochenhöhle, war die Fundstätte des Schädels. Sie war vor ihrer Freilegung mit Sand, Erde und Knochen ausgefüllt und hatte keinerlei Zugang von außen her. Ihre Freilegung erfolgte zum ersten Male im Jahre 1907, wobei man auf riesige Mengen von Tierknochen und auf zahlreiche Quarzwerkzeuge stieß. Die letzteren glichen im allgemeinen denen der Buschmänner und vielleicht auch anderer afrikanischer Eingeborenen aus proto- und prähistorischen Zeiten. Die Knochen gehörten rezenten oder wenigstens heute noch in Afrika heimischen Tieren an. Menschliche Knochen waren, soweit festgestellt werden konnte, damals nicht darunter.

Die Knochenhöhle selbst war nach den Schilderungen der Minenleute und nach dem, was nachträglich noch ausgemacht werden konnte, eine unregelmäßige Spalte, die 40—50 m ein- und abwärts in den Hügel verlief und im Maximum eine Tiefe von etwa 25 m unter der Oberfläche erreichte. Im Innern erweiterte sich die Spalte zu einem Hohlraum von 10 m Breite und 20 m Höhe. Der äußere Höhlenteil war ausgefüllt mit mineralisierten verbackenen Tierknochen größerer Tiere, Höhlendetritus, sowie mit riesigen Mengen kleiner Knochen von Fledermäusen und Nagern. Die Wände waren mit Krystallen von Zink- und Vanadiumerzen bedeckt. Die großen Knochen waren unregelmäßig über den ganzen Raum verteilt und erstreckten sich bis zum Höhlenboden. Den tiefsten und innersten Teil der Höhle nahmen Detritus, einzelne Knochen und eine beträchtliche Lage von reinem und meist zerbröckeltem Bleierz ein, die selbst aber keine weiteren Knochen enthielt. Etwa 3 m unter dieser Erzschicht wurde der Schädel gefunden. Er war nicht selbst in Erz eingeschlossen oder davon imprägniert, sondern in Detritusmaterial eingebettet, das mit Fledermausknochen durchsetzt war. Der Schädel war vollkommen isoliert, ohne Unterkiefer und mit der Basis nach unten gekehrt; in seiner unmittelbaren Umgebung fanden sich keine anderen tierischen oder menschlichen Knochen. „Nahe dabei" soll ein breitgedrücktes, mineralisiertes, „hautartiges Bündel" gelegen haben. In der Nachbarschaft dieses Bündels und unter ihm stieß man auf das Schienbein eines erwachsenen Menschen und noch tiefer wieder in einiger Entfernung davon auf Stücke eines mineralisierten Löwenschädels. In etwas weiterer Umgebung mögen auch noch andere menschliche Knochenbruchstücke aufgelesen worden sein, doch ließ sich das nicht mehr mit absoluter Sicherheit feststellen.

Bei dem Besuche HRDLIČKAS lagen in den Räumlichkeiten der Mine noch Knochenbruchstücke, die aus der Höhle stammten, herum. Sie gehörten größtenteils Huftieren, einige auch Fleischfressern an, auch Vögel- und Reptilienknochen waren darunter. Von menschlichen Knochen fand HRDLIČKA ein Stück unteres Ende eines Oberarmbeins und ein Stück eines Scheitelbeines. Fast alle Knochen zeigten charakteristische alte Brüche; namentlich die Röhrenknochen waren der Länge nach gespalten, so daß die Markhöhle freilag. Nagespuren von Tieren fehlten. An einzelnen Knochen waren Feuerspuren zu erkennen. Auch einige Quarzstücke, die offenbar von Menschenhand bearbeitet waren, konnten noch gesammelt werden.

HRDLIČKA schließt aus allen diesen Befunden, daß die Höhle lange Zeit von Menschen bewohnt gewesen sein muß, die die Teile von Tieren dorthin brachten, zerlegten, am Feuer zubereiteten und aßen. Auch die aufgefundenen menschlichen Knochen waren wie die tierischen zerbrochen. Daß beim Auffinden des Schädels auch das übrige ihm zugehörige Skelett vorhanden gewesen sei, wird

[1] A. HRDLIČKA: The rhodesian man. Amer. J. physic. Anthrop. 9 (1926).

von HRDLIČKA in Abrede gestellt. Ebenso bestreitet er die Zugehörigkeit der übrigen menschlichen Knochenbruchstücke. Soweit der Bericht HRDLIČKAS.

Der Fund des Schädels, von dem die erste Abbildung in der „Illustrated London News“ vom 19. November 1921 erschien, hat das größte Aufsehen erregt. Denn der erste Eindruck, den der Schädel macht und unter dem auch wohl die einfachen Arbeiter standen, die ihn schonten und beiseite legten, ist der, daß man es mit einem Wesen zu tun hat, das eher an einen Gorilla oder einen anderen großen Affen erinnert als an einen Menschen (Fig. 1 u. 2). Die merkwürdige Tatsache, daß der Schädel ein ganz isoliertes Fundstück war und daß die aus der gleichen Höhle stammenden Tierknochen Tieren angehören, die heute noch in Afrika leben, zusammen mit dem Umstand, daß der Schädel selbst einige seltsame Eigentümlichkeiten aufweist, ließen merkwürdige Vermutungen laut werden.



Fig. 1. Rhodesia-Schädel von vorne. Nach dem Gipsabguß. Aus der Frankfurter Zeitschrift „Natur und Museum“. WEIDENREICH photogr.



Fig. 2. Rhodesia-Schädel von der Seite. Wie Fig. 1.

An dem sonst völlig intakten Schädel ist nämlich das rechte Schläfenbein und der anstoßende Teil des Hinterhauptbeins herausgebrochen und fehlt. Auf der linken entgegengesetzten Seite ist das Schläfenbein vorhanden, nur findet sich hier oberhalb der Ohröffnung ein rundliches Loch mit einem längsten Durchmesser von etwa 8 mm. Außerdem zeigt sich unmittelbar hinter der linken Ohröffnung, die in ihren Rändern selbst defekt ist, ein größerer, in das Innere des Warzenfortsatzes sich erstreckender Substanzverlust, der sich in eine nahe der Spitze des Fortsatzes ausmündende kleine Öffnung fortsetzt. Diese beiden Besonderheiten haben zu zwei Legenden Veranlassung gegeben. Die eine, die sogar Aufnahme in das eben erschienene Buch von FRIEDRICH MAURER: „Der Mensch und seine Ahnen“ fand, bringt den großen Defekt auf der rechten Seite und das kleine Loch auf der linken in einen ursächlichen Zusammenhang und behauptet, daß hier die Wirkung eines modernen Mantelgeschosses vorliege — links der Einschuß, rechts der Ausschuß —, daß also das Individuum erschossen worden wäre und demnach vor gar nicht langer Zeit in die Höhle gelangt sein müsse. Die andere Legende knüpft an den Substanzverlust hinter der Ohröffnung an und erzählt, daß das Individuum vermutlich an einer Mittelohrentzündung gelitten habe und einer modernen Radikaloperation mit Öffnung des Warzenfortsatzes unterworfen worden sei, also erst vor ganz kurzer Zeit gestorben wäre.

Unabhängig von diesen nur die zeitliche Beurteilung des Fundes treffenden Vermutungen ist fast von allen Fachleuten, die den Schädel selbst untersuchten oder sich auf Grund eines schon vor mehreren Jahren in den Handel gebrachten Abgusses ein Urteil bilden konnten, anerkannt worden, daß hier in der Tat eine Menschenform vorliegt, die zwar durch eine Reihe charakteristischer Eigenheiten ihre allgemeine Zugehörigkeit in die große Gruppe des Neandertalmenschen erweist, aber diese Merkmale in einer so übertrieben starken und bisher unbekannten Ausprägung besitzt, daß in ihr ein Typus gesehen werden müsse, der in der allgemeinen Stufenfolge der Menschwerdung unter dem Neandertaler einzureihen sei (Sir ARTHUR KEITH[1]).

Solange eine authentische Beschreibung des

[1] Sir ARTHUR KEITH: The antiquity of man. London 1925.

Schädels noch ausstand, war es jedoch schwer zu Einzelheiten Stellung zu nehmen. Diese Beschreibung liegt nunmehr vor[1]. In einer Veröffentlichung des British Museum in London, dem der Schädel und die anderen mit ihm in der Höhle gefundenen Knochenreste von der Broken Hill Minengesellschaft überlassen wurden, berichten W. P. PYCRAFT über den Schädel im ganzen, sowie über die anderen menschlichen Skelettreste, ELLIOT SMITH über den Ausguß des Schädelinnenraums und andere Spezialisten über die Zähne, die pathologischen Veränderungen am Schläfenbein, die Tierknochen und die Artefakte.

Schon in den ersten vorläufigen Veröffentlichungen war immer von den *außer dem Schädel* gefundenen *menschlichen Skelettknochen* die Rede und in verschiedenen Publikationen, namentlich in Deutschland, konnte man lesen, daß diese Knochen sämtlich von der Form des jetzt lebenden Menschen wären, der Mensch von Rhodesia — so schloß man hieraus — demnach die auffallende Merkwürdigkeit zeige, daß auf einem Skelett des rezenten Menschentypus der Schädel eines Neandertalmenschen gesessen habe. Diese Skelettstücke wurden zuerst von dem Mineningenieur HARRIS in dem obenerwähnten Artikel der „London Illustrated News" erwähnt. HARRIS berichtet, daß man nach dem Funde des Schädels noch nach anderen menschlichen Knochen Ausschau gehalten habe und einen „Beinknochen", ein Schlüsselbein, Stücke eines Schulterblatts, eines Beckens mit Steißbein und eines Unterkiefers, sowie noch verschiedene Teile nicht näher bestimmbarer Knochen aufgelesen und mit dem Schädel dem British Museum überwiesen habe. HRDLIČKA, der in London den Schädel sah, untersuchte auch die übrigen dort deponierten Knochen. Es sind nach ihm: ein Stück eines Oberkiefers mit 2 Zähnen, ein Schienbein, drei verschiedene Stücke eines Oberschenkelbeins, zwei Stücke von verschiedenen Hüftbeinen und ein Kreuzbein. Bei seinem Minenbesuch hatte HRDLIČKA noch das untere Ende eines Oberarmbeins entdeckt, das er gleichfalls dem Museum überließ. Der Widerspruch in der Benennung der Knochen, der sich aus einem Vergleich der HARRISschen Liste mit der HRDLIČKAS ergibt, mag wohl darauf zurückzuführen sein, daß HARRIS als Laie die Knochenstücke unrichtig diagnostizierte.

Alle diese Knochenstücke (der HRDLIČKAschen Liste) werden nun ausführlich von PYCRAFT mitbeschrieben. Die große Frage ist jedoch: gehören sie zu demselben Individuum wie der Schädel, zeigen sie überhaupt den gleichen Formcharakter oder sind sie fremden Individuen anderer Art zuzurechnen? Aus dem im allgemeinen sicher zuverlässigen Fundbericht HRDLIČKAS — andere detailliertere und direkt widersprechende Angaben existieren nicht — geht mit einiger Sicherheit jedenfalls soviel hervor, daß von allen diesen Skelettknochen nur ein „Beinknochen", also wohl das Schienbein, seinerzeit in größerer Nachbarschaft des Schädels gefunden worden ist, daß das aber für die anderen Skelettstücke durchaus nicht feststeht. Dadurch ist aber in gar keiner Weise erwiesen oder auch nur wahrscheinlich gemacht, daß die fraglichen Knochen dem gleichen Individuum angehört haben. PYCRAFT stellt in der Tat fest, daß die vorliegenden Knochen mindestens 3 Individuen entsprechen. Da der Oberkiefer des Schädels intakt ist, muß selbstverständlich das Oberkieferbruchstück von vornherein einer anderen Person zugeteilt werden; nach der Beschreibung PYCRAFTS ist sein Formcharakter ein anderer als der des Schädels, und die Zähne sind kleiner. Bezüglich der anderen Knochenfragmente neigt PYCRAFT dazu, sie zwar nicht direkt mit dem Schädel-Individuum in Verbindung zu bringen, aber sie doch wenigstens der Form des Rhodesiamenschen mehr oder weniger zuzurechnen, und zwar deswegen, weil er an ihnen Besonderheiten entdeckt haben will, die vom Typus der heutigen Form wesentlich abwichen und als primitive Merkmale zu gelten hätten. Dazu gehören die Hüftbeinstücke, das Schienbein und das Oberschenkelfragment. HRDLIČKA war zu einem anderen Urteil gelangt. Er findet an sämtlichen Knochen nur Kennzeichen des rezenten Menschen und lehnt darum jede Möglichkeit einer Beziehung zum Schädel oder der durch ihn dargestellten Menschenform ab. In der Einleitung zu dem Rhodesiawerk nimmt der Herausgeber, der Vorstand der geologischen Abteilung des Museums, F. A. BATHER, zu dieser Frage Stellung und sagt: „Ob einer und wenn ja, welcher der anderen menschlichen Knochen zu dem gleichen Skelett wie der Schädel gehört, ist ganz ungewiß, soweit eine Beurteilung nach den äußeren Umständen in Frage kommt. Jedem Untersucher steht frei, seine eigenen Schlüsse zu ziehen." Mit der Legende vom Zwittermenschen mit Neandertalkopf und rezentem Menschenkörper ist es also auf alle Fälle nichts.

Die Beschreibung des Schädels durch PYCRAFT bringt abgesehen von einigen interessanten Einzelheiten keine wesentlichen neuen Tatsachen. Sie enttäuscht vor allem, weil die üblichen Schädelmaße, die einen Vergleich mit anderen fossilen Formen gestattet hätten, nicht genommen wurden und an deren Stelle andere getreten sind, mit denen sich vorerst nicht viel anfangen läßt. Immerhin vervollständigt und vertieft die Darstellung das Bild, das man sich bisher schon machen konnte. Es handelt sich zweifellos um eine *menschliche* Form, die *weit primitiver* ist als die bisher bekannt gewordenen, wenn wir vom Heidelberger Unterkiefer — dessen Schädel wir nicht kennen — und vom Pithecanthropus erectus, dem javanischen „Affenmenschen" absehen. Die besonders auffallenden Merkmale sind: das gewaltige Übergewicht des Kieferteils des Schädels über den Gehirnteil (Stirn), die riesigen Augenbrauenwülste,

[1] Rhodesian man and associated remains. Von W. P. PYCRAFT, G. ELLIOT SMITH u. a. Mit 5 Tafeln. London, Trustees of the British Museum 1928.

die an Stärke und Ausdehnung die ähnlichen Bildungen des Neandertalmenschen weit hinter sich lassen, die eingesunkene breite und flache Nasenwurzel und die niedrige und breite Nasenöffnung, die beide beim typischen Neandertaler (La Chapelle-aux-Saints) sich nur wenig von der Form des heutigen Europäers unterscheiden, und endlich der lange und breite Zahnbogen und die Größe der Zähne, die, obwohl zum Teil zu kümmerlichen Stummeln abgekaut und abgefault, an Massigkeit noch die Zähne des Heidelberger Unterkiefers übertreffen. Dazu kommen noch eine große Zahl von Einzelheiten, besonders am Hinterhaupts- und Schläfenbein, die wir schon vom Neandertalmenschen her kennen, hier aber zum Teil sehr viel akzentuierter sind. Ganz besonders merkwürdig ist die Gestaltung des Nacken- und Gelenkteils des Hinterhauptbeins; die Nackenfläche ist auffallend groß und ausgedehnt und in einer Weise abgeflacht, als das der bisher bekannt gewordenen Neandertalformen.

PYCRAFT faßt die zoologische Diagnose des Schädels folgendermaßen zusammen: Hominide mit sehr stark entwickelten Augenbrauenwülsten. Nackenfläche an Größe die aller anderen bekannten Glieder der Familie übertreffend. Oberkieferkörper verhältnismäßig sehr groß. Die Abstände der Vorderfläche des Oberkiefers von dessen Hinterfläche und die des Griffelfortsatzes vom Warzenfortsatz viel größer als bei der Gattung Mensch (Homo).

Kein Zweifel also, daß wir es beim Rhodesiamenschen mit einer sehr tief stehenden Menschenform zu tun haben. Das wird besonders deutlich, wenn man, wie die Photographien der Fig. 3 veranschaulichen, einerseits einen Schimpansenschädel und andererseits den Schädel eines rezenten Europäers in derselben Vorderansicht wie den Rhodesiaschädel, auf die gleiche Gesamtgröße gebracht,



a



b

Fig. 3. Kombinationsphotographien der Schädel von Schimpanse-Rhodesia (*a*) und rezenter Mensch-Rhodesia (*b*). In beiden Fällen ist die linke Hälfte der Schädelkombination der Rhodesiaschädel. Nach WEIDENREICH. Aus der Frankfurter Zeitschrift „Natur und Museum“.

wie sie selbst beim Menschenaffen sich nicht findet und nur bei den Pavianen vorkommt. Das Hinterhauptsloch ist klein und schmal und ebenso die Gelenkhöcker, so daß die unmittelbar anschließende Wirbelsäule im Verhältnis zur Schädelgröße sehr schmächtig gewesen sein muß.

Diesem ganzen Bild entspricht auch die Gestaltung des Gehirnschädels. Die Stirn ist niedrig und sehr stark fliehend. Aber im ganzen betrachtet erscheint die Aufwölbung doch nicht wesentlich geringer als bei den einzelnen Formen des Neandertalmenschen. Da das Schädeldach namentlich im unteren Stirnteil sehr dick ist, ist aber der Schädelinnenraum in Wirklichkeit kleiner; ELLIOT SMITH bestimmt seine Kapazität auf nur 1280 ccm (La Chapelle-aux-Saints 1600 ccm, La Quina 1367 ccm). Das Gehirn selbst ist, nach dem Ausguß zu urteilen, im gesamten Großhirngebiete ganz bedeutend minderentwickelt, und zwar besonders im Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappen; nach dem Urteil ELLIOT SMITHS ist es entschieden viel primitiver halb und halb miteinander kombiniert. Der Unterschied zwischen Schimpanse- und Rhodesiaschädel (*a*) erscheint dabei fast viel weniger groß als der zwischen Rhodesiaschädel und rezentem Europäer (*b*). Namentlich die letztere Kombination zeigt in sehr charakteristischer Weise den Kontrast zwischen Kiefer- und Stirnteil bei den beiden Formen und die totale Abweichung des Rhodesiamenschen in dieser Beziehung von dem rezenten. Es ist darum auch nicht recht verständlich, warum WEINERT[1] in einer vor kurzem erschienenen Abhandlung den Rhodesiamenschen als „postneandertaloid“ bezeichnet, wobei er diesen Begriff anscheinend sowohl morphologisch wie zeitlich auffaßt. Allerdings hält WEINERT merkwürdigerweise für erwiesen, daß die Skelettknochen zu dem Schädel gehören und daß diese rezenten Charakter trügen. Daß davon keine Rede sein kann, wurde schon oben dargetan.

[1] H. WEINERT: Pithecanthropus erectus. Z. Anat. 87, H. 3 u. 4 (1928).

Nun aber will PYCRAFT an den Bruchstücken des Hüftbeins sowie besonders auch an dem Oberschenkel- und Schienbein Merkmale festgestellt haben, die die Zugehörigkeit dieser Stücke zu der gleichen primitiven Menschenform und damit ihre Verschiedenheit der rezenten gegenüber erweisen sollen. Er findet das Hüftbein schmäler und höher als beim rezenten Menschen, die Hüftgelenkpfanne seichter und mehr nach rückwärts und auswärts gerichtet. Auch die Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Kreuzbein und die Gestaltung der vorderen Teile des Darmbeins sollen anders als beim rezenten Menschen sein. An dem Schienbein will PYCRAFT vor allem und unter anderem an der Kniegelenkfläche eigentümliche Besonderheiten sehen. Während beim rezenten Menschen die innere der beiden Gelenkflächen ihre größte Ausdehnung in der Richtung von vorne nach hinten habe und die Fläche selbst einen gleichmäßigen Grenzkontur besitze, soll die entsprechende Fläche bei dem dem Rhodesiamenschen zugeschriebenen Schienbein in die Quere entfaltet und außerdem ein hinterer kleinerer Teil lappenartig vom vorderen größeren abgesetzt sein. Beides seien aber primitive affenähnliche Merkmale. Der Schaft des Schienbeins wie auch der des Oberschenkelbeins sei wie beim Gibbon durch eine besondere Geradheit ausgezeichnet.

Diese Eigenarten des unteren Gliedmaßenskelettes, das deswegen PYCRAFT dem Rhodesiamenschen zurechnet, glaubt der englische Zoologe als Kennzeichen einer nicht ganz aufrechten Haltung deuten zu können und sieht darum — zusammen mit dem Merkmalskomplex des Schädels — in dem Rhodesiamenschen eine völlig neue menschliche Form, die er sowohl von der rezenten wie von der fossilen des Neandertalers trennt. Er macht aus ihr eine *neue Gattung* und benennt sie „*Cyphanthropus rhodesiensis Woodward*", den „Duck"-Menschen von Rhodesia. In dieser Bewertung und Benennung liegt möglicherweise eine sehr wesentliche Behauptung eingeschlossen: wenn der Rhodesiamensch zoologisch einer neuen Gattung Mensch zugeteilt wird, dann müßte er aus der Vorfahrenreihe des jetzigen Menschen ausscheiden und einen Seitenzweig der menschlichen Entwicklungsfolge darstellen, sofern PYCRAFT den Begriff „Gattung" aus der zoologischen Systematik der horizontalen Gliederung des Tierreiches auch auf die paläontologische der vertikalen Gliederung übertragen wissen will. Darüber wird leider nichts gesagt.

Aber auch abgesehen von dieser Zweideutigkeit müssen gegen die Annahme PYCRAFTS *schwere Bedenken* geltend gemacht werden. Sieht man zunächst vom Schädel ab, so bleibt zu prüfen, ob die geschilderten Besonderheiten der dem Rhodesiamenschen zugesprochenen Skelettstücke der unteren Gliedmaße wirklich die Proklamierung einer neuen Form rechtfertigen. Die Nachprüfung der Angaben PYCRAFTS ist vorerst dadurch erschwert, daß Abgüsse der Beckenfragmente noch nicht im Handel erschienen sind. Dagegen liegt ein Abguß des linken Schienbeins vor. Auf Grund der Untersuchung dieses Stückes muß ich auf das allerbestimmteste erklären, daß dieses Knochenstück *in nichts* vom allgemeinen Typus des rezenten abweicht. Die besondere, obenerwähnte Gestaltung der Kniegelenkflächen findet sich in durchaus der gleichen Weise auch beim rezenten Menschen. Vor mir liegt das Schienbein einer südamerikanischen Indianerin mit genau denselben Eigenheiten. Nichts an dem angeblichen Rhodesiaschienbein, weder die Form im allgemeinen noch die spezielle Prägung der Einzelheiten, hat irgendwelche Ähnlichkeiten mit den längst bekannten Schienbeintypen des Neandertalmenschen (Spy, La Chapelle-aux-Saints). Während diese kurz und massivgedrungen sind, ist jenes ein ausnehmend langes und schlankes Knochenstück, das in keiner Weise zu dem Bilde paßt, das wir uns von einer primitiven Menschenform auf Grund der anderen vorliegenden fossilen Befunde und auch des Rhodesiaschädels selbst zu machen haben. Aber ganz abgesehen davon kann unmöglich allein aus so nebensächlichen Variationen der inneren Kniegelenkfläche auf eine gebeugte Haltung des Körpers geschlossen werden, wie der Fall der südamerikanischen Indianerin beweist. Auch die Geradheit des Oberschenkelbruchstückes, das PYCRAFT dem Rhodesiamenschen zurechnet, wird in derselben Weise beim rezenten Menschen angetroffen; die Abbildungen und Beschreibung, die PYCRAFT davon gibt, zeigen auch hier die große prinzipielle Verschiedenheit von der Form des Neandertalmenschen und erweisen die Zugehörigkeit auch dieses Skelettstückes zum Kreis des rezenten. Ob die Beckenfragmente ebenso zu beurteilen sind, muß vorerst in der Schwebe bleiben. Die Krümmungskurve der hinteren Randkontur (Incisura ischiadica major) ist den Abbildungen nach jedenfalls nichts weniger als primitiv; sie findet sich ebenso beim rezenten Menschen und spricht wegen der Stärke ihrer Ausbildung durchaus gegen die Wahrscheinlichkeit einer nicht-aufrechten Haltung (vgl. WEIDENREICH[1]). Da die Zugehörigkeit all dieser Knochenfragmente zum Rhodesiaschädel keineswegs feststeht und den Fundumständen nach sogar recht unwahrscheinlich ist — nur das Schienbein lag in der Nachbarschaft, und gerade das gehört zweifellos einer rezenten Menschenform an —, ist die *zoologische Diagnose* PYCRAFTS und die darauf gegründete Namengebung, soweit sie sich auf die Skelettstücke der unteren Gliedmaßen stützt, *abzulehnen*.

Was den Schädel angeht, so handelt es sich dagegen sicher um eine sehr primitive Form, die ihrem Entwicklungsgrade nach jedenfalls an der untersten Stufe der bisher bekannt gewordenen Neandertaltypen steht. Hätte PYCRAFT allein aus der merkwürdigen Größe und Flachheit der Nacken-

[1] F. WEIDENREICH: Über das Hüftbein und das Becken der Primaten und ihre Umformung durch den aufrechten Gang. Anat. Anz. 44 (1913).

fläche des Schädels und der auffallenden Kleinheit seiner Verbindungsteile mit der Wirbelsäule, die zur Annahme einer mächtig entwickelten Nackenmuskulatur zwingen, auf eine mehr geduckte Kopfhaltung geschlossen, als sie dem rezenten Menschen und anscheinend auch dem Neandertaler zukommt, dann ließe sich darüber reden. Doch ist es auch dann gewagt, lediglich aus dieser Besonderheit eine neue Form des ,,Duck"-Menschen abzuleiten. Ich sehe vorerst keinerlei zwingenden Grund, sie aus der allgemeinen Gruppe des Neandertalmenschen herauszunehmen. Denn die Abweichungen, die sie dieser Form gegenüber zeigt, sind ihrem Grad nach nicht viel anderer Art als die, die wir auch aus dem Formenkreis des rezenten Menschen kennen. Es sei nur an die Augenbrauenwülste des Australiers und an die Prognathie vieler Rassen erinnert. Daß man allerdings in dem Rhodesiamenschen wohl den Repräsentanten einer anderen fossilen Rasse zu sehen hat als jene, die durch den Menschen von La Chapelle-aux-Saints dargestellt wird, glaube ich auch (vgl. WEIDENREICH[1]).

Eine genauere Feststellung des geologischen Alters des Schädels ist den Fundumständen nach nicht möglich gewesen und wird auch nie mehr nachgeholt werden können. Dagegen läßt sich sehr wohl etwas darüber aussagen, ob das Individuum, wie die Legenden vom Gewehrschuß und der Ohrenoperation wissen wollen, erst in unserer Zeit ums Leben gekommen ist und also noch ein Zeitgenosse von uns war. Da der Schädel an der tiefsten Stelle einer von uraltem Material voll ausgefüllten und nach außen nicht eröffneten Höhle gefunden wurde und über, neben und unter ihm Erzschichten und von Metallsalzen imprägnierte Knochen lagerten, kann es sich weder um Ablagerungen der allerletzten Zeit noch um ein nachträgliches Hineingeraten des Schädels in die Höhle handeln. In der schon genannten Einleitung zu dem Rhodesiawerk hebt BATHER ausdrücklich hervor, daß das in dem Bericht HRDLIČKAS erwähnte ,,hautähnliche Bündel", von dem ein Stück in das Museum kam, eine dünne Erzstalagmitenlage war. Wie das Fehlen des rechten Schläfenbeins und der anstoßenden Teile zu erklären ist, wird in der Publikation nicht erwähnt. Die Defekte in der Umgebung der äußeren Ohröffnung und des Warzenfortsatzes werden von dem Pathologen YEARSLEY vermutungsweise auf einen chronisch-septischen Prozeß und einen Absceß des Warzenfortsatzes zurückgeführt, das Loch an der linken Schläfenbeinseite als eine von einem scharfen Instrument herrührende und bei Lebzeiten entstandene Wunde gedeutet.

Der einzige Anhalt, der für die Funddatierung bleibt, sind die Tierknochen. HOPWOOD, der die Säugetierreste untersuchte — die anderen spielen nur eine unbedeutende Rolle —, kommt zu dem Ergebnis, daß sie mit 2 Ausnahmen Arten angehören, die auch heute noch in Afrika heimisch sind. Die beiden ausgestorbenen Formen sind Rhinoceros whitei und eine bisher unbekannte Servalart. Da aber die Tierwelt in jenen Teilen Afrikas sich seit sehr langen Zeiträumen nicht änderte, können nach HOPWOOD bestimmtere Schlüsse auf das Alter der Höhlenablagerung nicht gezogen werden.

So steht man wiederum vor einem Vakuum. Die natürlichste, aus den gesicherten Tatsachen ableitbare Erklärung für den Fund dürfte die folgende sein: Der Schädel lag isoliert, ohne sonstige zugehörige Skelettstücke und selbst an der rechten Seite und Basis defekt in der Höhle und außerdem noch andere Knochenbruchstücke von Tieren und Menschen, die, wie HRDLIČKA festgestellt hat, vom Menschen mit den gleichfalls gefundenen Steinwerkzeugen zertrümmert worden waren, um das Mark freizulegen. Man geht also kaum fehl, wenn man mit HRDLIČKA annimmt — und hierfür können die gleichen Befunde von Krapina und Weimar-Ehringsdorf als Beleg gelten —, daß Menschen Teile von Tieren und ihresgleichen in die Höhle schleppten und dort zubereiteten und verzehrten. Diese Menschen waren, wie die Knochen erweisen, Menschen vom Typus des rezenten und ihre Beute unter anderem auch einmal ein vielleicht sicher (Ohreneiterung) Mensch der primitiven Rhodesiaform, dessen Kopf sie in die Höhle trugen, um von der Basis und der rechten Seite her mit einem scharfen Steinwerkzeug (Loch auf der linken Seite!) das Gehirn herauszuholen. Das setzt voraus, daß der Rhodesiamensch noch zusammen mit dem rezenten in Afrika lebte, also morphologisch betrachtet eine Reliktform war, die später ausgestorben ist. Auch der primitive Tasmanier war bekanntlich noch Zeitgenosse des modernen Europäers und lebte mit ihm gleichzeitig in Australien. Dieses Hineinreichen des Rhodesiamenschen in eine andere Zeit erklärt vielleicht auch die eigentümliche Tatsache, daß seine Zähne von der Zahnfäule zum Teil vollständig zerfressen waren; denn wir kennen bisher keine fossilen Menschenreste mit Zeichen der Caries. Wenn auch nicht angegeben werden kann, zu welcher Zeit die Kannibalenmahlzeiten in der Höhle abgehalten wurden, so darf doch vermutet werden, daß seitdem viele Jahrtausende vergangen sind; denn die Höhle ist inzwischen mit Erde, Tierresten und Erzinkrustationen ausgefüllt worden. Wie dem aber auch sei, an dem archaischen Charakter des Rhodesiaschädels ändert die zeitliche Einreihung des Fundes nichts. Rein morphologisch betrachtet ist und bleibt er die primitivste bisher bekannt gewordene Form, die zwischen Pithecanthropus und dem europäischen Neandertaltypus steht.

[1] F. WEIDENREICH: Entwicklungs- und Rassetypen des Homo primigenius. Natur u. Museum 1928, H. 1 u. 2.

Besprechungen.

PFEIFFER, H., **Das abnorme Dickenwachstum.** Handbuch der Pflanzenanatomie. Bd. IX. Berlin: Gebr. Borntraeger 1926. XII, 272 S. und 46 Abb. 17 × 26 cm. Preis RM 19.50.

In der Entwicklungsphysiologie der Pflanzen stellt schon das *normale* sekundäre Dickenwachstum ein interessantes viel durchforschtes Problem dar. Über seine Eigenart und über seine kausale und teleologische Deutung hat Ref. in Naturwiss. **1920**, H. 51 und 52 eine zusammenfassende kritische Darstellung gegeben. Die damaligen Versuche des Referenten, bei Lantana camara künstlich Weit- und Engholzdifferenzierungen in beliebigem Rhythmus hervorzubringen, sind heute durch Costers Beobachtungen und Versuche an Tropenpflanzen wertvoll ergänzt worden. Es scheint sich zum wenigsten die Leitungsbahnenbildung als eine von der Knospentätigkeit und den wachsenden Blättern wahrscheinlich hormonal abhängige Differenzierung zu enthüllen. Noch fundamentaler ist das Problem, das uns das *abnorme* Dickenwachstum stellt. Bei dieser Erscheinung, die wir bei einigen Cycadeen und Gnetumarten, bei Chenopodiaceen, Amarantaceen, Phytolaccaceen usw. beobachten können, findet eine *wiederholte* Cambiumbildung statt. Dabei stellt der in normaler Weise entstandene Cambiumring nach einer bestimmten Zeit seine Tätigkeit ein, und es bildet sich ein neuer Cambiummantel außerhalb der Bastzone, also meist im Perizykel, oder in dem vom ersten Cambium gebildeten Bast selbst. Eine so mehrfach wiederholte Cambiumbildung führt zur Bildung konzentrischer Holz-Bastmäntel. Bei Wurzel- und Rhizomknollen herrschen in diesen anormalen Zuwachszonen Reserveparenchyme vor. Bei dem abnormen Dickenwachstum handelt es sich also in erster Linie um das *Problem der Meristembildung aus den Dauergeweben*, ein Problem, das mit der allgemeinen Theorie der Meristeme überhaupt auf das innigste verknüpft ist. Vor allem dieser Zusammenhang mit den theoretischen Fragen der Entwicklungsphysiologie selber veranlaßte Pfeiffer, einmal alle unter den Begriff des abnormen Dickenwachstums gehörigen Erscheinungen schärfer zu charakterisieren und typologisch zu ordnen, eine viel Fleiß erfordernde Arbeit, wenn man bedenkt, daß die zitierte einschlägige Spezialliteratur allein schon 1100 Nummern umfaßt. Außerdem konnte sich der Verfasser auch auf eingehende eigene Beobachtungen stützen.

Der Hauptwert der Arbeit liegt natürlich in der genauen anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Charakteristik der anormalen Holzkörper, von denen er bei den Dikotylen mindestens 8 Typen, den verbreiterten, unterbrochenen und durchbrochenen, den umstrickten, zerteilten, geteilten und zusammengesetzten Holzkörper unterscheidet. Ihre nähere Charakteristik muß im Original nachgelesen werden. Aus der großen Mannigfaltigkeit der Strukturformen, mit denen wir bei der Betrachtung der anomalen Modi des Dickenwachstums bekannt wurden, gelang es nun Pfeiffer 4 Grundschemata herauszulösen, nach denen der Zuwachs erfolgt. Der erste Typus beruht auf der Fähigkeit des normalen Cambiums lokal seine Zuwachstätigkeit gegenüber anderen Partien des Querschnittes einzustellen. Dadurch kommen die Formen des exzentrischen, gelappten und unterbrochenen Holzkörpers zustande und können Phloemkomplexe durch Überwucherung interxylär werden. Erheblich weicht davon der zweite Zuwachsmodus ab. Die Verdickung ist hier sukzessiv aufeinanderfolgenden Ringen von Gewebestreifen übertragen, die pseudocambial angelegt werden, oder sie geht von dedifferenzierten Zellpartien aus. Auf diese Weise bilden sich in mannigfacher Art die sukzessiven Zuwachsringe aus, aber auch die Erscheinung der Überbrückung von Phloemkomplexen bis zum völligen Einschluß in den Holzkörper ist auf diesen zweiten Modus zurückzuführen. Der dritte Modus besteht darin, daß das Cambium bei der Differenzierung in *mehr als einem Ringe* angelegt wird, so daß es auch bei normaler Cambiumtätigkeit zu atypischen Strukturen (zusammengesetzten und geteilten Holzkörpern) kommt. Der vierte Zuwachsmodus endlich ist bei den monokotylen Baumformen verwirklicht, bei denen mitten in den sukzessiv weiter außen auftretenden Verdickungsringen resp. deren Folgemeristemen die Anlage sekundärer Fibrovasalstränge erfolgt. Außer der Typologisierung der Zuwachsanomalien selber gibt Pfeiffer auch wertvolle Angaben über ihre *systematische* Verbreitung und zeigt, wie der Charakter der Anomalien nicht selten durch die systematische Zugehörigkeit bedingt ist.

Schon aus dem zweiten anomalen Zuwachsmodus in der angeführten Charakteristik folgt die *Fähigkeit parenchymatischer Gewebeelemente zur Dedifferenzierung und Embryonalisierung*. Über die physiologischen und chemisch-physikalischen Bedingungen, die mit einem solchen merkwürdigen Vorgang der *Rückdifferenzierung* verknüpft sind, wissen wir noch wenig. Die *Dedifferenzierungstheorie* Pfeffers postuliert nur eine Gleichgewichtsstörung zwischen Wachstum und Teilung, geht aber auf die dabei chemisch und physikalisch wirksamen Faktoren nicht ein. Durch experimentelle Untersuchung an Chenopodium murale erbrachte der Verfasser den Nachweis, daß der Meristembildung selbst eine Anstauung von Assimilaten vorangeht und er erinnert ferner daran, daß besonders die assimilatreichen Grundgewebekomplexe häufig als Mutterherd meristematischer Bildungen auftreten. Ein relativ plötzliches Absinken des Gehaltes der Zellen an assimilatorischen Baustoffen bringt er in seiner *Sufflaminationstheorie* mit der schnellen Aufeinanderfolge und den damit in Beziehung stehenden Stoffkonsum in Verbindung und spricht als das faktisch wirksame Agens die Konzentrationsveränderung der chemisch wirksamen Zellsäfte an. Sehr hübsch bringt die *Fastigialtheorie Priestleys* den Embryonalisierungsprozeß mit der kolloidalen Modifizierung des Plasmas infolge Änderung der Wasserstoffionenkonzentration in Zusammenhang. Bei dem sog. isoelektrischen Punkt, wo die Ladung der Plasmateilchen gleich Null ist, haben diese in hohem Grade die Tendenz, Wasser an benachbarte Komplexe von anderer Wasserstoffionenkonzentration und anderer Affinität abzugeben. Durch diese Wasserabgabe können sie Anlaß zu synthetischen Stoffwechselprozessen (Kondensationen) geben, und so kann man sich vorstellen, daß eine plasmaarme, stark vakuolisierte Dauerzelle in eine plasmareiche Meristemzelle sich verwandelt. Verfasser legt dar, daß die drei in Betracht kommenden Anschauungen nicht notwendig in Widerspruch zueinander stehen müssen.

Vom entwicklungsphysiologischen Standpunkt aus sehr interessant sind die auch vom Verfasser beschriebenen *anomalen Verdickungsherde*, die sich in allen Gewebekomplexen der Achse gelegentlich bilden und den anomalen oder normalen Dickenzuwachs durch ihre Produkte komplizieren können. So können in älteren Achsen von Aristolochia Driangularis Cham. gewisse Markstrahlzellen sich zu Verdickungsherden entwickeln,

durch deren Tätigkeit um den Innenwinkel der Holzsegmente herum sekundäre Holzbastplatten entstehen können. Dem Ref. will scheinen, daß wir die Aktualisierung solcher Gewebekomplexe einmal mehr in Abhängigkeit von anderen aktuellen Komplexen — in gewissem Sinne ähnlich, wie dies SPEMANN in seiner Organisatorenlehre tut — betrachten müssen. KNY hatte doch schon gezeigt, daß durch Einschaltung des Blattstieles in das Verzweigungssystem der Begonie im Grundgewebe des Stieles Tangentialteilungen auftreten, welche mit dem in radialer Richtung stattgefundenen Wachstum der Leitbündel in Zusammenhang stehen und wahrscheinlich den Beginn der Anlegung eines interfaszikulären Cambiums darstellen. Sollte nicht die „Anregung" dazu von den wachsenden Blättern des Adventivsprosses ausgehen, der oberhalb des in die Erde gepflanzten Blattstieles aus der Basis des alten Blattes entstanden war? So findet besonders der Entwicklungsphysiologe in PFEIFFERS Buch reiche Anregungen zu neuen Fragestellungen auf einem noch fast gänzlich unbearbeiteten Arbeitsfeld. HANS ANDRÉ, Köln.

ENGLER-PRANTL, **Die Natürlichen Pflanzenfamilien.** 2. Auflage. Herausgeg. von A. ENGLER, 6. Band: Abteilg. *Eumycetes* (*Fungi*), Klasse *Basidiomycetes;* P. DIETEL, *Hembasidii*; S. KILLERMANN, *Eubasidii-Hymenomyceteae.* Leipzig: Wilhelm Engelmann 1928. VII, 290 S., 157 Fig. und 10 photogr. Naturaufnahmen von S. KILLERMANN, sowie dem Register zum 6. Bande. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 28.—, geb. RM 34.—.

Der erste Teil des Bandes enthält die Neubearbeitung der Brand- und Rostpilze durch P. DIETEL, der die gleichen Gruppen auch in der 1. Auflage bearbeitet hatte. Seither sind sehr zahlreiche neue Formen sowohl bei den *Ustilaginales* wie bei den *Uredinales* bekannt geworden und die Ansichten über die Abgrenzung und Stellung vieler Gruppen haben sich geändert auf Grund neuerer cytologischer und entwicklungsgeschichtlicher Befunde. Diese kommen in der Neubearbeitung zum Ausdruck. Von Brandpilzen sind zur Zeit über 700 Arten bekannt, die sich auf die beiden Familien *Ustilaginaceae* mit 12 (in der 1. Aufl. 7) Gattungen und *Tilletiaceae* mit 13 (gegen 10) Gattungen verteilen. Hinzugekommen sind bei den Ustilaginaceen die Gattungen *Sphacelotheca, Melanopsichium, Farysia, Mycosyrinx, Tolyposporella* und *Testicularia*, bei den *Tilletiaceae Kunzeomyces, Polysaccopsis* und *Burillia*.

Stärkere Umarbeitung haben die Rostpilze erfahren, die in der 1. Aufl. zusammen mit den *Auriculariales* den Auriculariineen zugerechnet waren. Die Zahl der gegenwärtig bekannten Rostpilze beträgt über 4000 Arten, die sich auf die beiden Familien *Melampsoraceae* und *Pucciniaceae* verteilen. In der 1. Aufl. waren 5 Familien angenommen worden; in der 2. Aufl. werden die *Endophyllaceae* und *Schizosporaceae* den *Pucciniaceae*, die *Coleosporiaceae* den *Melampsoraceae* als Untergruppen eingefügt. In der neuen Bearbeitung umfassen die *Melampsoraceae* die Rostpilze mit ungestielten Teleutosporen, die sich auf 19 Gattungen in 5 Tribus verteilen, während zu den *Pucciniaceae* die Formen mit meist gestielten Teleutosporen gerechnet werden, welche 83 Gattungen in 15 Tribus umfassen.

Die Hymenomyceten, welche den zweiten Teil des Bandes bilden, sind nach dem Tode ihres Bearbeiters in der 1. Aufl. (P. HENNINGS) von S. KILLERMANN, Regensburg, neu bearbeitet worden. Diese Neubearbeitung beruht auf den Forschungen des Nestors der Mykologie G. BRESADOLA; sie bringt eine großenteils neue Gruppierung der Arten, besonders bei den *Thelephoraceae* und *Polyporaceae*. Es wurden in der Hauptsache, namentlich bei den Exoten, nur solche Arten angeführt, die gut geschrieben oder durch Originalexemplare in den großen Sammlungen (Berlin, Kew, Leiden, Padova, Upsala) belegt sind. Von einer genaueren Darlegung der Synonymik und Beschreibung der einzelnen Arten wurde abgesehen.

Die Hymenomyzeten werden in die beiden Unterreihen *Tremellineae* mit mehr oder weniger gelatinösen Fruchtkörpern und *Hymenomycetineae* mit lederigen, fleischigen, korkigen oder holzigen Fruchtkörpern gegliedert. Die Zahl der bisher bekannt gewordenen und gut beschriebenen Tremellineen beläuft sich auf etwa 100, die sich auf die 3 Familien *Auriculariaceae, Tremellaceae, Dacryomycetaceae* verteilen. Aus den wärmeren Ländern, insbesondere aus den Tropen dürften noch viele Formen zu erwarten sein. Von Hymenomycetineen sind dagegen etwa 12000 Arten beschrieben, unter denen allerdings wohl viele Hunderte Synonyme sein dürften; sie verteilen sich in der Bearbeitung KILLERMANNS auf nur 7 Familien (*Exobasidiaceae, Hypochnaceae, Thelephoraceae, Clavariaceae, Hydnaceae, Polyporaceae, Agaricaceae*), während Ref. in seiner im Herbst 1928 erschienenen Neubearbeitung der gleichen Gruppen in G. LINDAUS Kryptogamenflora Bd. 1, nach dem Vorbilde GÄUMANNS u. a. die dreifache Zahl von Familien angenommen hat. Selbst wenn man dem Vorkommen von Stichobasidien und Chiastobasidien bei den verschiedenen Verwandtschaftskreisen keine Bedeutung zuschreibt, scheint doch der in der vorliegenden Neubearbeitung den Familien *Thelephoraceae, Polyporaceae* und *Agaricaceae* gegebene Umfang auffällig. Wenn man den *Hypochnaceae* den Rang einer eigenen Familie einräumt, geht die Einbeziehung der *Corticiaceae, Peniophoraceae, Coniophoraceae, Craterelloideae* und *Cyphellaceae* in die *Thelephoraceae* wohl zu weit. Ebenso ist die Wiedereinbeziehung der in sich gut abgeschlossenen und recht natürlichen Familie der *Boletaceae* in die *Polyporaceae* nach den gegenwärtigen Anschauungen nicht glücklich. Die *Agariaceae* der vorliegenden Bearbeitung entsprechen der Ordnung der *Agaricales* im Sinne GÄUMANNS und anderer Mykologen; ihre Darstellung folgt in den Grundzügen der Auffassung RICKENS nach E. FRIES und SACCARDO u. a., wobei die Sporenfarbe das Grundmerkmal für die Gliederung abgibt. Es ist zuzugeben, daß die Gliederung der Blätterpilze nach systematischen Verwandtschaftskreisen heute noch auf große Schwierigkeiten stößt und daß die Ansichten der Autoren noch sehr auseinandergehen; doch dürften z. B. die *Coprinaceae, Lactariaceae, Cantharellaceae* und vielleicht auch die *Hygrophoraceae*, durch den cytologischen Bau ihrer Fruchtkörper gut charakterisiert, wohl den Rang eigener Familien beanspruchen. Erwünscht wäre gewesen, eine etwas vollständigere Angabe der neueren Spezialliteratur bei wichtigen Gruppen, z. B. bei *Coprinus* der Arbeiten von LEWINE, ATKINSON, BRUNSWIK u. a., bei *Lactarius* und *Russula* von NÜESCH und besonders von R. SINGER, bei den Hygrophoraceen NÜESCH, bei *Lepiota* C. H. KAUFFMANN, bei *Pholiota* L. O. OVERHOLTS, bei *Mycena* H. C. BEARDSLEE und W. C. COKER, bei *Amanita* E. J. GILBERT u. a.

Sehr wertvoll ist die Aufnahme zahlreicher anatomischer, Basidien- und Sporenbilder in den Text, die größtenteils nach Originalzeichnungen BRESADOLAS angefertigt wurden, sowie 10 schöner Standortsbilder wichtiger Arten nach photographischen Naturaufnahmen von KILLERMANN; auch die aus der 1. Auflage übernommenen Abbildungen wurden meist durch Einfügung von Sporen- und Basidienbildern ergänzt.

E. ULBRICH, Berlin-Dahlem.

ANDERS, J., **Die Strauch- und Laubflechten Mitteleuropas.** Jena: Gustav Fischer 1928. IV, 217 S., 8 Textabb. u. 30 Lichtdrucktaf. 17×26 cm. Preis geh. RM 30.—, geb. RM 32.—.

Wie im Vorwort bemerkt wird, will das vorliegende Werk in erster Linie dem Anfänger ein Führer in die Flechtenkunde sein. Diesen Zweck erfüllt es in ausgezeichneter Weise, aber darüber hinaus wird auch der Fortgeschrittene manches Brauchbare darin finden, denn das Werk steht in der Systematik auf dem neuesten Standpunkte und berücksichtigt innerhalb der durch den Titel bestimmten Grenzen auch seltenere und kritische Arten. Es beginnt mit einem in leicht verständlicher Sprache geschriebenen Abschnitt über den äußeren und inneren Aufbau des Flechtenlagers und der Frucht, gibt sodann eine genaue Anweisung zum Sammeln und Präparieren der Flechten und bringt am Schluß der allgemeinen Einleitung ein ausführliches Verzeichnis der wichtigsten älteren und neueren Literatur. Den Hauptteil des Buches nehmen die zahlreichen Bestimmungstafeln und die Beschreibungen der Gattungen und Arten ein, wobei die Anordnung nach dem ZAHLBRUCKNERschen System erfolgt. (Nur die „Gattung" Placodium ist aus nicht erkennbaren Gründen *hinter* die Parmeliaceen gestellt.) Es werden 41 Gattungen von Blatt- und Strauchflechten mit 366 Arten und den wichtigsten Varietäten und Formen ausführlich beschrieben und zahlreiche Standorte angegeben; überall sind wertvolle Hinweise auf ähnliche oder verwandte Pflanzen eingestreut. Die sog. Gallertflechten, die wenigstens zum Teil ihrem Lagerbau nach zu den „Laubflechten" gehören, sind fortgelassen, weil sie für den Anfänger weniger in Frage kommen. Mit besonderer Liebe ist offenbar die Gattung Cladonia bearbeitet; hier führt der Verfasser bei den in Mitteleuropa vorkommenden 71 Arten zahlreiche Formen auf, darunter mehrere neue, von denen er einige bereits in dem SANDSTEDEschen Exsikkatenwerke der Wissenschaft in dankenswerter Weise zugänglich gemacht hat. — Ob die Auflösung der Parmelia furfuracea in die vier ZOPFschen „Arten" für den Anfänger zu empfehlen war, ja, ob sie wissenschaftlich überhaupt haltbar ist, mag dahingestellt bleiben. Als sicher kann aber gelten, daß die Varietäten und Formen scobicina, platyphylla, nuda, candida, ericetorum, vor allem aber soralifera Bitt. — oder besser soreumatica (Wallr.) — nicht sämtlich unter Parmelia olivetorina eingeordnet werden dürfen. Ferner müßte wohl die schwierige Gattung Physcia, über deren Arten die Ansichten der neueren Forscher nicht völlig übereinstimmen, bei einer Neuauflage einer Überprüfung unterzogen werden. Auch die Verbreitungsangaben ließen sich an manchen Stellen leicht vervollständigen. Die Leprarien, die am Schluß mit kurzen Beschreibungen erwähnt werden, könnten fehlen, da ihre „Arten" noch nicht hinreichend geklärt sind; sie gehören als rein krustige Gebilde auch nicht in den Zusammenhang hinein. — Einen besonderen Schmuck des Buches bilden die 30 Lichtdrucktafeln, auf denen nicht weniger als 320 Flechten in natürlicher Größe wiedergegeben sind; sie gehören zum Teil zu den besten Bildern, die es von diesen Pflanzen überhaupt gibt. Auch die sonstige Ausstattung ist vorzüglich, wie man es von den Veröffentlichungen des Fischerschen Verlages nicht anders gewöhnt ist. — Kurz, es kann das schöne Werk allen, die sich mit der Flechtenkunde beschäftigen wollen, aufs wärmste empfohlen werden.

J. HILLMANN, Berlin-Pankow.

KRÄUSEL, R., **Die Paläobotanischen Untersuchungsmethoden.** Jena: Gustav Fischer 1929. VIII, 89 S. 56 Abb. 17×25 cm. Preis geh. RM 5.50, geb. RM 6.—.

Der Verfasser, der besonders durch seine wertvollen Untersuchungen der deutschen Mitteldevonflora sich einen Namen gemacht hat, der weit über den engeren Kreis der Fachgenossen hinaus einen guten Klang hat, hat in dem vorliegenden Buch mit großer Gründlichkeit und gestützt auf einen reichen Schatz von Erfahrungen, den er bei der Bearbeitung verschiedenster pflanzlicher Fossilien gewonnen hat, alle Methoden zusammengetragen, die für die moderne Untersuchung fossiler Pflanzen von Wichtigkeit sind. Auf kleinstem Raum und in knappster Fassung ist hier Bestes gegeben.

„*Aufgaben und Ziele der Paläobotanik*", d. h. ihr Verhältnis zu Geologie und Botanik, „*Das Material*", d. h. wie fossile Pflanzen entstanden und auf uns gekommen sind, endlich „*Das Sammeln der Fossilien*", sind die Gegenstände, denen sich die ersten drei Abschnitte des Buches widmen, eine kurze aber gute Orientierung, auch für den noch weniger Fortgeschrittenen. „*Die Darstellung der Paläobotanischen Untersuchungsmethoden*" machen den Hauptteil des Buches, etwa 55 Seiten, aus. Was an Hilfswerkzeugen und Mikroskopen kennenzulernen, und was mit ihrer Hilfe aus dem Fossilienmaterial herauszulesen ist, wird hier gezeigt und erläutert an Hand guter Abbildungen, deren größter Teil Originale sind. In dem 1. Unterteil: „*Bearbeitung von Makrofossilien*", findet man beschrieben die Methoden der *Freipräparation*, des *Bleichens der Fossilien*, der *Anwendung Ultravioletter* sowie der *Röntgenstrahlen* bei Aufnahmen, endlich die Art der Untersuchung von *Torfeinschlüssen*. Der 2. Teilabschnitt, „*Anatomisch-mikroskopische Untersuchungen*", beginnt mit der Darstellung der Behandlung von geologisch meist jüngerem Material: *Pollenanalyse, Diatomeen*. Dann folgt das, was zu kennen besonders bei der Bearbeitung geologisch älterer Fossilien wichtig ist: *Herstellung von Dünn-, An-, Ätz-, sowie Reliefschliffen*, ferner *Mazeration*, Behandlung von *Ligniten*. In diesem wirklich ausgezeichneten Teilabschnitt ist alles gegeben, was in neuerer und neuester Zeit an Präparationsmethoden erdacht worden ist. Zum Schluß des Buches ist noch eingegangen auf „*Mikrochemische Untersuchungsmethoden*", sowie auf die Möglichkeiten der *Unterscheidung der Kohlenarten* und ihre Bestandteile.

MAX HIRMER, München.

VOSMAER, G. C. J., **Bibliography of Sponges 1551 bis 1913.** Edited by G. P. BIDDER and C. S. VOSMAER-RÖELL. Cambridge: University Press 1928. XII, 234 S. 15×22 cm. Preis 15 sh.

VOSMAERS Bibliographie der Spongien wurde im Jahre 1880 begonnen und sollte eigentlich in seiner ursprünglich für die „Fauna und Flora des Golfes von Neapel" bestimmten „Monographie der Kalkschwämme erscheinen. Da deren Veröffentlichung durch den im Jahre 1913 erfolgten Tod des Verfassers und andere Umstände sehr stark verzögert wurde, hat sich der bekannte englische Spongiologe G. P. BIDDER, unterstützt von der Witwe des Verstorbenen, entschlossen, die längst druckreife Bibliographie gesondert herauszugeben, wofür sie gewiß den Dank aller Schwammspezialisten und vieler anderer Zoologen verdienen. Das Verzeichnis enthält die Titel aller dem Verfasser bekannt gewordenen wissenschaftlichen Arbeiten, in denen rezente oder fossile Spongien irgendwie erwähnt werden. Es enthält ungefähr 3600 in chronologischer Reihenfolge aufgezählte Arbeiten, sowie einen alphabetischen Autorenindex. In einem Vorwort gibt BIDDER ein mit Wärme geschriebenes Lebensbild seines verstorbenen Freundes.

J. GROSS, Neapel.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft.
(Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung am 8. Januar 1929 berichtete Herr Dr. F. ALBRECHT über die Ergebnisse der **Strahlungsmessungen während der Sonnenfinsternisexpedition nach Lappland im Sommer 1927.**

Anläßlich des Aufenthaltes der Potsdamer Sonnenfinsternisexpedition in Lappland unter $67^1/_2{}^\circ$ nördl. Br. wurden zum ersten Male umfassende Beobachtungen des gesamten Strahlungshaushaltes der Erdoberfläche des Beobachtungsortes durchgeführt. Mit den dafür in Potsdam entwickelten Geräten wurden die Sonnenstrahlung, die Himmelsstrahlung und die Effektivstrahlung vom 14. Juni bis 9. Juli registriert. Außerdem wurden Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Wind aufgezeichnet. So konnte der tägliche Gang der Lufttemperatur dem Strahlungshaushalt gegenüber gestellt werden. Eine Erklärung des Zusammenhanges beider Elemente ließ sich unter Zuhilfenahme eingehender Potsdamer Temperaturregistrierungen in vier verschiedenen Höhen (darunter in der Erdoberfläche und in 1 cm Höhe darüber mit empfindlichen Widerstandsthermometern) erzielen. Aus diesen Registrierungen wurde eine Einteilung des täglichen Temperaturganges an schönen Tagen in drei Zeitabschnitte abgeleitet: 1. *Stadium der überwiegenden Ausstrahlung.* (Sonnenhöhe $< 7^\circ$.) Die ausgestrahlte Wärme wird außer dem Erdboden zunächst den untersten, dann immer höheren Schichten entzogen. Dies bedingt eine Temperaturzunahme von der Erdoberfläche nach oben zuletzt bis ca. 200 m Höhe (Bodeninversion). Der zeitliche Temperaturverlauf gleicht einer e-Funktion (Defant), die um so langsamer abklingt, je höher der Beobachtungsort über der Erdoberfläche liegt. 2. *Stadium des Temperaturanstieges.* In den Vormittagsstunden findet zunächst die Beseitigung der Bodeninversion und die Ausbildung einer den normalen Betrag etwas übersteigenden Temperaturabnahme nach oben statt. Die Lufttemperatur nimmt dabei in den unteren Schichten stark zu. Auch die spezifische Feuchtigkeit nimmt zu, da der von der Erdoberfläche verdunstete Wasserdampf in den unteren Schichten bleibt. 3. *Stadium der aufsteigenden Luftströme.* Nach Ausbildung einer hinreichend großen Temperaturabnahme nach oben wird der größte Teil der von der Erdoberfläche aufgenommenen Strahlungswärme durch Aufsteigen der dem Boden bisher aufliegenden Luftmassen größeren Höhen zugeführt. Die Temperatur der unteren Schichten ändert sich dabei nur verhältnismäßig wenig, obwohl gerade in dieser Zeit der Erdoberfläche durch die Sonne die größten Strahlungsmengen zugeführt werden. Nach Einsetzen der Konvektion sinkt die spezifische Feuchtigkeit, da der Ersatz der vom Boden aufsteigenden Luft durch aus der Höhe herabkommende trocknere Luftmassen gestellt wird (HANN).

Durch Einteilung in die gleichen Abschnitte läßt sich auch der tägliche Temperaturgang in Lappland vollständig erklären. Die wesentlich genaueren Registrierungen der Strahlungsverhältnisse gaben hier auch die Möglichkeit, die langwellige Strahlung der Atmosphäre gegen die Erde eingehender zu untersuchen. Ihr Wert nahm, wie zu erwarten war, ab mit abnehmender Bewölkung, unterschritt aber auch bei wolkenfreiem Himmel nur wenig die Hälfte der Einstrahlung, die die Erdoberfläche mittags an von der Sonne her stammender Strahlung erhält. Die Tagesmittel der Gegenstrahlung waren also meist größer, höchstens gleich denen der Sonnen + Himmelsstrahlung. Die Gegenstrahlung der Atmosphäre ist deswegen von Bedeutung, weil sie ein Maß für die ungefähr gleiche Wärmemenge gibt, die von der Erdatmosphäre in den Weltraum gestrahlt wird. Durch ihre Kenntnis hat man also auch die Möglichkeit, Betrachtungen über den Wärmehaushalt der Erdatmosphäre über dem Beobachtungsort anzustellen. Für die Beobachtungen in Lappland findet man so sogar an heiteren Sonnentagen ein Überwiegen der Wärmeabgabe. Auch unter der zu günstigen Annahme, daß alle dem Erdboden von Sonne + Himmel zugestrahlte Wärme unmittelbar durch die Konvektion der Erdatmosphäre wieder zugeführt wird. Aus dem bisher für Potsdam gesammelten Material läßt sich ersehen, daß auch in unseren Breiten, sogar im Sommer, der Wärmehaushalt der Atmosphäre noch negativ ist.

Die Gegenden der überwiegenden Wärmeaufnahme der Atmosphäre müssen nach diesen Ergebnissen in wesentlich niedrigeren Breiten gesucht werden. Bei ihnen ist zu erwarten, daß die direkt von der Atmosphäre absorbierten Strahlungsmengen wegen des hohen Wasserdampfgehaltes dort auch bei wolkenfreiem Himmel eine bedeutende Rolle im Strahlungshaushalt der Luft spielen werden.

In der Sitzung am 5. Februar, in der der angekündigte Vortrag plötzlich abgesagt werden mußte, gab dann Herr Dr. ALBRECHT noch einige Ergänzungen zu diesen Ausführungen, die sich auf das Verhalten der Strahlungselemente während der eigentlichen Verfinsterung bezogen. Direkte Sonnenstrahlung und Himmelstrahlung zeigten die zu erwartenden Kurven mit einer einfachen Abnahme und einer einfachen Zunahme. Das Verhältnis Sonnenstrahlung/Himmelsstrahlung hatte aber nicht einen so einfachen Gang. Es nahm zunächst, wie es der normale tägliche Gang fordert, zu, zeigte dann aber kurz vor der Verfinsterung eine starke Abnahme, und erst nach Aufhören der Verfinsterung wurde allmählich wieder die normale Lage erreicht. Die Erklärung liegt in Veränderungen im durchstrahlten Medium in Form von Kondensationsvorgängen. Diese Kondensation, die für das Auge nicht sichtbar war, wurde durch die während der Verfinsterung einsetzende starke Ausstrahlung ausgelöst, und zwar in einer Schicht, die nahe vor der Kondenstion stand. Nach Ende der Sonnenfinsternis veranlaßte die zunehmende Sonnenstrahlung dann wieder die allmähliche Verdampfung des Kondensationsproduktes. Die Gegenstrahlung zeigte dementsprechend einen umgekehrten Verlauf, d. h. ein Anwachsen der Werte während der Kondensation. Die vorübergehend kondensierende Schicht war offenbar ein Ausläufer einer weiter südlich zur Ausbildung gekommenen Altokumulusdecke. Der besondere Verlauf des Quotienten Sonnenstrahlung/Himmelsstrahlung ist demnach nur durch eine zufällige Eigenschaft der Atmosphäre bedingt gewesen und hat keine allgemeinere Bedeutung.

Ebenfalls in der Sitzung am 5. Februar machte Herr Prof. W. KÖNIG einige Ausführungen *über den augenblicklichen strengen Winter.*

Der Januar 1929 zeigte in Berlin eine Abweichung von $-3^3/_4{}^\circ$ vom Normalwert. Besonders tiefe Temperaturen sind bisher in Schlesien aufgetreten, wo die Kälte mehrfach -30° und mehr erreichte. Im allgemeinen ist die Temperaturverteilung ziemlich ungleichmäßig, da starke lokale Ausstrahlungen auch engbegrenzte Gebiete mit besonders tiefen Temperaturen geschaffen haben. Die Kälte ist eine Erscheinung der untersten Schichten. Nach oben ist starke Temperaturzunahme vorhanden. Während z. B. am 5. Februar in der Umgebung von Berlin -22° herrschten, war in 900 m Höhe die Temperatur -1°. Auch die Berge sind viel wärmer als die Niederungen, Schneekoppe hat -7° bei -30° im Vorlande. Die Kälte überdeckt

ein sehr großes Gebiet. Der Alpenwall ist über- und umflossen worden. Süditalien hat Schneefälle, in Rom sind 5—6° Kälte. Kalt ist auch noch das westliche Mittelmeer. Auch über dem Ozean ist nur sog. „Kaltluft" mit Temperaturen unter der Wassertemperatur vorhanden. Hohe Barometerstände von 795 mm und mehr haben sich herausgebildet. Die Vorstoßversuche des atlantischen Tiefs nach Osten sind nicht gelungen. England hatte nur vorübergehend Tauwetter. Das Azorenmaximum ist ganz verschwunden. Die Ursache der strengen Kälte ist nicht geklärt. Man muß sich damit begnügen, festzustellen, daß die Polarfront, d. h. die Abgrenzung der Polarluft von der Warmluft niederer Breiten außerordentlich weit südlich von uns verläuft. Sie fällt etwa mit der Nordküste von Afrika zusammen und zieht auch in dieser Breite westwärts über den Atlantik. An der Entwicklung und Erhaltung der kalten Bodenschicht ist wahrscheinlich aber auch die ausgedehnte Schneedecke beteiligt. Im übrigen müßten zur weiteren Klärung die Verhältnisse über dem ganzen Erdball herangezogen werden, die im Augenblick aber noch nicht zu übersehen sind.

In der sich anschließenden Diskussion wies Herr Prof. O. Baschin auf den früher bereits von ihm nachgewiesenen winterlichen Drucküberschuß auf der nördlichen Hemisphäre hin, der sich nur durch einen ganz gewaltigen Luftmassenaustausch zwischen den beiden Hemisphären erklären läßt. Anschließend berichtete er kurz über die augenblicklich im Gang befindliche *Erforschung des Antarktis durch die Flugzeugexpedition von Wilkins und Byrd.* Wilkins, der sich die Deception-Insel in der Westantarktis als Stützpunkt erwählte, hat auf zwei Flügen nachgewiesen, daß Grahamland nicht mit dem antarktischen Kontinent zusammenhängt, sondern daß unter 70—72° südl. Br. eine Verbindung zwischen dem Atlantik und dem Pazifik besteht. Byrd konnte bisher auf einem über 500 km ausgedehnten Flug über König Edward VII-Land eine neue Insel feststellen und 7 Bergspitzen des Küstengebirges näher festlegen. Kn.

Astronomische Mitteilungen.

Die elektrische Leitfähigkeit im Sterninnern. S. Chapman hat die Ergebnisse einer früheren Arbeit über Diffusion und Zähigkeit in Riesensternen benutzt, um mit Hilfe der gewöhnlichen kinetischen Gastheorie die elektrische Leitfähigkeit stellarer Materie zu berechnen. Er nimmt an, daß die Materie in der Nähe jedes Punktes aus freien Elektronen und positiven Atomionen nur einer Art besteht. Für den Mittelpunkt eines Riesensternes (Dichte $\varrho_c = 0.1$, Temperatur $T_c = 7 \cdot 10^6$) findet er die spezifische Leitfähigkeit $\sigma_c = 2 \cdot 10^4$ Ohm^{-1} cm^{-1}, für den Mittelpunkt der Sonne ($\varrho_c = 76$, $T_c = 4 \cdot 10^7$) $\sigma_c = 3 \cdot 10^5$ Ohm^{-1} cm^{-1}. Diese Werte sind wegen der starken Ionisation ziemlich hoch, obwohl ihre Größenordnung nicht die spezifische Leitfähigkeit von Kupfer oder Silber bei gewöhnlicher Temperatur übersteigt ($6 \cdot 10^5$ Ohm^{-1} cm^{-1}). Zum Vergleich werden noch einige andere Werte für die Leitfähigkeit bei gewöhnlichen Temperaturen angeführt: Seewasser $5 \cdot 10^{-2}$, trockene Erde oder Felsen 10^{-6} bis 10^{-7}, Erdrinde bis zu etwa 200 km Tiefe $4 \cdot 10^{-4}$, gesättigte Kochsalzlösung $2 \cdot 10^{-1}$. Für die Heavisideschicht in 140 km Höhe ist $\sigma = 10^{-1}$ (nach Pedersen); für Luft in der Nähe des Erdbodens ist $\sigma = 2 \cdot 10^{-16}$ Ohm^{-1} cm^{-1}.

In den äußeren Schichten ist σ beträchtlich kleiner; wo die Temperatur 10000° herrscht, und wo die Dichte beim Riesenstern $3 \cdot 10^{-10}$, bei der Sonne 10^{-9} beträgt, wird in beiden Fällen $\sigma = 10$ Ohm^{-1} cm^{-1}.

Etwa 100 km unterhalb der Photosphäre der Sonne und weiter außen ist die Dichte so gering, daß die Elektronen zwischen den Zusammenstößen Spiralen um die Kraftlinien des allgemeinen solaren Magnetfeldes beschreiben können. Dort ist die Leitfähigkeit senkrecht zum Magnetfeld geringer als in Richtung dieses Feldes; wenn die freie Weglänge groß genug ist, so bewirkt ein elektrostatisches Feld E, das senkrecht zum Magnetfeld H wirkt, im Mittel keinen Strom in seiner Richtung, sondern einen Driftstrom senkrecht zu E und H, von dem die folgende Mitteilung handelt.

Die radiale Begrenzung des Magnetfeldes der Sonne. Die Beobachtungen über den Zeeman-Effekt, die G. Hale und seine Mitarbeiter auf dem Mt. Wilson angestellt haben, lassen außer den starken magnetischen Feldern um die Sonnenflecken auch ein schwächeres allgemeines Magnetfeld der Sonne mit folgenden Haupteigenschaften erkennen:

1. Die Komponente des magnetischen Feldes in Richtung der Visierlinie ist im allgemeinen so verteilt, wie bei einer gleichförmig magnetisierten Kugel zu erwarten wäre, also verschwindend am Äquator und anwachsend mit der heliographischen Breite. Indem man annimmt, daß die Feldverteilung diesem Gesetz streng folgt, wird die Feldstärke H stets umgerechnet auf den Wert H_p (gleich dem doppelten der Intensität am Äquator), den sie dann am magnetischen Pol der Sonne hätte. Das Feld ist, wie auf der Erde, von Süden nach Norden gerichtet.

2. Neuere Berechnungen zeigen jedoch, daß die gemessene Feldkomponente weniger schnell mit der Breite wächst als bei einer gleichförmig magnetisierten Kugel zu erwarten.

3. Die magnetische Feldstärke nimmt mit wachsendem Abstand vom Sonnenmittelpunkt rasch ab. Im niedrigsten Beobachtungsniveau, über der Photosphäre, ist $H_p = 50$ Gauss und fällt schnell auf 10 Gauss in höheren Niveaus; geringere Feldstärken können bisher nicht bestimmt werden. E. A. Milne hält es für wahrscheinlich, daß die Spektrallinien, an denen der Zeeman-Effekt gemessen wird, in der umkehrenden Schicht entstehen, wo der Partialdruck der freien Elektronen 10^{-4} Atm. beträgt; er ist ferner der Ansicht, daß das Niveau, in dem das Magnetfeld verschwindet, nur 50 km über der Schicht mit $H_p = 50$ Gauss liegt.

S. Chapman deutet die schnelle Abnahme des Magnetfeldes nach außen dahin, daß in der Sonnenatmosphäre elektrische Ströme ostwärts fließen. Denn wenn man am Sonnenäquator, wo das Magnetfeld horizontal ist, in der Meridianebene ein kleines Rechteck ABCD betrachtet und das Linienintegral der magnetischen Feldstärke in diesem Umlaufssinn bildet (Fig. 1 a), so ergibt sich ein positiver Wert, entsprechend einem elektrischen Strom, der das Rechteck in die Zeichenebene hinein, also ostwärts, durchsetzt.

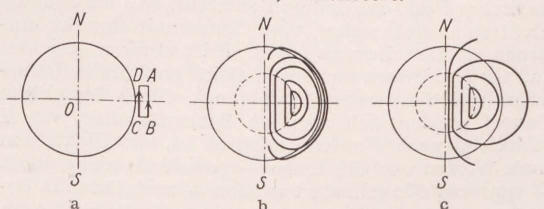


Fig. 1. Zur Erklärung der radialen Begrenzung des Magnetfeldes der Sonne.

Wenn man annimmt, daß die solare Materie nicht magnetisierbar ist, so muß man das magnetische Feld in geschlossene Kraftröhren aufteilen können, die über-

all parallel zum Feld verlaufen, und deren Querschnitt umgekehrt proportional der Feldstärke ist. Man bekommt dann als schematisches Bild für die Verteilung des solaren Magnetfeldes die Fig. 1b; zum Vergleich ist in Fig. 1c die Verteilung der Kraftlinien für eine gleichförmig magnetisierte Kugel (genauer eine äquivalente Verteilung von inneren elektrischen Strömen) gegeben, für den Fall, daß keine äußeren Ströme flössen. In beiden Fällen ist angenommen, daß im Innern der Sonne — etwa im Innern der gestrichelt gezeichneten Kugel — westwärts gerichtete Ströme fließen. Die ostwärts gerichteten Ströme in der Sonnenatmosphäre konzentrieren die magnetischen Kraftlinien dieses inneren Feldes in derselben Weise (Fig 1b)., wie etwa eine Schale aus magnetisierbarem Material; wären diese Ströme nicht vorhanden, so würden sich die Kraftlinien des inneren Magnetfeldes weit in den Raum ausbreiten (Fig. 1c).

Chapman zeigt, wie dieseOstströme in der ionisierten Atmosphäre der Sonne vom inneren Magnetfeld erzeugt werden. Ein freies elektrisches Teilchen (Masse m, Ladung e, elektromagnetisch gemessen) beschreibt in einem magnetischen Felde H bekanntlich Spiralen auf einem Zylinder, dessen Mantel parallel zu den Kraftlinien verläuft. Wenn u die Komponente der Geschwindigkeit senkrecht zu H ist, so ist der Radius dieses Zylinders $R = \frac{m u}{e H}$, und die Winkelgeschwindigkeit, mit der die Spirale beschrieben wird, ist $\omega = e \frac{H}{m}$. Wenn außerdem auf die Ladung noch eine konstante Kraft F wirkt, so wird deren Komponente in Richtung von H das Teilchen genau so verschieben, als ob das magnetische Feld überhaupt nicht vorhanden wäre. Die zum Magnetfelde senkrechte Komponente X von F dagegen wird im Mittel keine Verschiebung in ihrer eigenen Richtung bewirken; vielmehr wird sich der Spiralbewegung eine fluktuierende Geschwindigkeit mit dem Mittelwert $v = X/eH$ in dem Sinne überlagern, daß F, H und die positive Richtung von v ein rechtshändiges System bilden.

Diese Formel für die mittlere Driftgeschwindigkeit senkrecht zu F und H gilt auch dann, wenn man die Zusammenstöße in der ionisierten Atmosphäre berücksichtigt, solange die mittlere freie Weglänge l groß gegenüber dem Spiralradius R bleibt; ist umgekehrt l klein gegen R, so verschwindet die Drift. Dort, wo auf der Sonne das magnetische Feld von etwa 50 Gauss herrscht, sind die Spiralradien R für Ca^{+}-Ionen gleich 12 cm, für Elektronen 0,05 cm; bei einem Elektronendruck von $5 \cdot 10^{-5}$ Atm. wird das Verhältnis $\frac{l}{R}$ für Elektronen gleich 500, für Ionen gleich $^{1}/_{3}$. Die Elektronen können also die volle Driftgeschwindigkeit annehmen, die Ionen nur einen Bruchteil.

Die Kraft F ist in der Sonnenatmosphäre gegeben durch die Schwerkraft und durch ein vertikales elektrostatisches Feld, das dadurch entsteht, daß die leichten Elektronen sich weiter vom Sonnenmittelpunkt entfernen als die schweren Ionen. F ist abwärts gerichtet und für Elektronen und Ionen gleich groß (halbe Ionenmasse mal Schwerebeschleunigung). Nach der obigen Formel werden sich also am Sonnenäquator, wo H horizontal nach Norden gerichtet ist, die Elektronen nach Westen und die Ionen — soweit sie nicht durch Zusammenstöße gehindert werden — nach Osten in Bewegung setzen und zusammen einen Driftstrom nach Osten erzeugen. Die Dicke der Schicht, innerhalb der dieser Strom das Magnetfeld von 50 auf 10 Gauss herabmindert, wird auf 25 km berechnet; die Stromdichte ist rund 10^{-5} Amp/cm^2.

Die Richtung des Feldvektors H ist in der Schicht, die der Beobachtung zugänglich ist, nahezu horizontal; vermutlich ist die Feldstärke proportional dem Cosinus der heliographischen Breite. Um darüber entscheiden zu können, müßte man die Beobachtungen neu reduzieren und dabei die Hypothese fallen lassen, daß das Feld wie bei einer gleichförmig magnetisierten Kugel verteilt sei.

Wenn diese Theorie der radialen Begrenzung des solaren Magnetfeldes richtig ist, so folgt daraus, daß der Elektronendruck am äußeren Rande der Photosphäre 10^{-4} Atm. betragen muß. Dieser Wert ist doppelt so groß als derjenige, den Milne angibt; aber der Unterschied erscheint unwesentlich gegenüber der für Chapmans Theorie günstigen Tatsache, daß zwei Schätzungen des Druckes, die auf völlig verschiedenen Wegen gewonnen wurden, so gut der Größenordnung nach übereinstimmen.

Ross Gunn hat bemerkt, daß die Spiralbewegungen, die in einer ionisierten Atmosphäre von den Elektronen und Ionen in Gegenwart eines magnetischen Feldes beschrieben werden, das Medium diamagnetisch machen, weil jede Spirale einen elektrischen Konvektionsstrom darstellt, der ein Magnetfeld von entgegengesetzter Richtung des primären erzeugt. Nach Chapman reicht dieser Effekt aber nicht aus, um die Begrenzung des magnetischen Sonnenfeldes zu erklären; der Driftstrom wirkt 10^5 mal stärker.

Nach innen zu, bis 100 km unter der Photosphäre, wird die magnetische Feldstärke weiter stark anwachsen. Die Angabe eines Höchstwertes von 700 Gauss ist jedoch unsicher, weil sie von den Annahmen über die mittlere freie Weglänge in einer ionisierten Atmosphäre abhängt, worüber genauere gaskinetische Rechnungen angekündigt werden.

Das System der westwärts gerichteten Ströme im Sonneninnern könnte durch elektromagnetische Induktion entstehen, wenn dort meridionale Zirkulationen herrschten, wie sie V. Bjerknes in seiner Hypothese über die 11 jährige Sonnenfleckenperiode annimmt.

Während die vorstehende Theorie ganz auf der Annahme beruht, daß die betreffenden Schichten gleichmäßige Temperatur haben und vom gewöhnlichen Gasdruck getragen werden, ist die Massenverteilung weiter außen, in der oberen umkehrenden Schicht und in der Chromosphäre, vor allem durch den selektiven Strahlungsdruck bedingt. Es läßt sich zeigen, daß die beobachtete ostwärts gerichtete Bewegung in der Chromosphäre unvereinbar ist mit der Existenz eines magnetischen Feldes derselben Art wie in der Photosphäre.

Die Abwesenheit eines magnetischen Feldes in der Chromosphäre ist für die Theorie der erdmagnetischen Stürme von Bedeutung. Denn wenn die Sonne von einem allgemeinen magnetischen Felde umgeben wäre, das sich, wie bei der Erde, weit in den Raum erstreckte, so würden Wolken oder Ströme ionisierter Teilchen, die von der Sonne ausgesandt werden, stark vom solaren Magnetfeld abgelenkt werden und den Bereich der Sonne kaum verlassen können.

Die Krümmung der Coronastrahlen ist mitunter mit einem magnetischen Felde in Zusammenhang gebracht worden. Auf Grund der oben mitgeteilten Überlegungen könnte aber ein solches Feld, wenn es überhaupt besteht, jedenfalls nicht die Fortsetzung des inneren Feldes sein, sondern müßte unabhängig entstehen. J. Bartels.

Literatur:

S. Chapman, The electrical conductivity of stellar matter. — On the radial limitation of the sun's magnetic field. — The sun's magnetic field and the chromosphere. Monthly Notices R. Astr. Soc. 89, 54—84 (1928).

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.